
**PERIODO DE COSECHA Y MÉTODO DE CONSERVACIÓN DEL HONGO
COMESTIBLE *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM**

**HARVEST AND CONSERVATION METHOD *PLEUROTUS OSTREATUS* EDIBLE
MUSHROOM (JACQ.) P. KUMM**



Luz Esther González P. , Candidata a M.Sc.

Profesora Catedrática
Facultad de Ciencias Agrarias y Tecnológicas
Universidad del Quindío. Armenia - Colombia
legon001@hotmail.com

Germán A. Giraldo Giraldo, Ph.D.

Profesor Titular
Facultad de Ciencias Agroindustriales
Universidad del Quindío. Armenia - Colombia.
ggiraldo@uniquindio.edu.co

Alba L. Duque, M.Sc.

Profesora Asistente
Facultad de Ciencias Agrarias y Tecnológicas
Universidad del Quindío. Armenia - Colombia.
albdunque@uniquindio.edu.co

RESUMEN

Los hongos *P. ostreatus*, presentan pardeamiento enzimático en el periodo de poscosecha, para minimizarlo se incorpora ácido ascórbico como inhibidor de la polifenol oxidasa. Un método de conservación de los hongos es la inmersión en salmueras, aumentando así el periodo de vida útil. El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones óptimas para la cosecha del hongo, la selección de un método de conservación por impregnación en salmuera a presión atmosférica y a vacío.

Los resultados mostraron que el momento óptimo de cosecha fue el quinto día de la aparición del primordio, con una composición fisicoquímica de $0,998 \pm 0,001$ actividad de agua (a_w), $93,027\% \pm 0,582$ humedad (x_w), textura $1,3 \pm 0,15$ Kgf y color DE $57,830 \pm 0,842$ y

**Recibido: 20 Septiembre 2011 *Aceptado 7 Octubre 2011*

61,711±1,156, en la cara lisa y la cara rugosa respectivamente. La mejor respuesta de conservación se alcanzó con el hongo impregnado en salmuera al 1,5% de NaCl y Sacarosa, con pulso de vacío, con una composición fisicoquímica de $0,996 \pm 0,001 a_w$ y $91,760 \pm 0,643 x_w$. La incorporación de ácido ascórbico fue del 50% de la Ingesta Diaria Recomendada, a partir de la fracción volumétrica y la densidad del hongo, lo cual mejoró el color.

PALABRAS CLAVE

Pleurotus ostreatus, pardeamiento, salmuera, textura, impregnación

ABSTRACT

Fungi P. ostreatus, present enzymatic browning in the postharvest period, to minimize it includes ascorbic acid that inhibitor of polyphenol oxidase. To method of preservation of mushrooms is immersed in brine, thus increasing the life span.

The aim of this study was to determine the optimal conditions for the harvest of the fungus, the selection of method of preservation by impregnation in brine AT atmospheric pressure and vacuum. The results showed that the harvest Time is the fifth day the emergence of the primordium, a physical and chemical composition of 0.998 ± 0.001 water activity (a_w), $93,027 \pm 0,582\%$ moisture (x_w), 1.3 ± 0.15 Kgf texture and color DE 57.830 ± 0.842 and 61.711 ± 1.156 in the smooth surface and the rough surface respectively. The best response was reached with the preserving of mushroom in brine solution impregnated in 1,5% NaCl and sucrose with vacuum pressure, chemical and physical composition was $0.996 \pm 0.001 a_w$, $91,760 \pm 0,643 x_w$, the ascorbic acid was incorporated with 50% since volumetric fraction and mushroom's density, so the color is best.

KEYWORDS

Pleurotus ostreatus, browning, brine, texture, impregnation.

1. INTRODUCCION

Los hongos macroscópicos de cuerpo arbóreo se han

considerado setas, entre estos se encuentra el hongo P. ostreatus el cual comprende cerca de 40 especies (A.O.A.G colak, 2007 et al.), son valiosos por su alto contenido de proteína (A.O.A.G colak, 2007, Colak, 2007). Los hongos se consumen frescos o procesados, principalmente en salmuera, impregnados y deshidratados entre otros tratamientos (Cortes, 2007; Giri; 2007).

Los hongos durante la poscosecha, se comportan como las demás hortalizas y al carecer de película protectora son vulnerables a cambios físicos, microbianos y daños mecánicos; la pérdida de turgencia y procesos de degradación afectan la vida media durante el almacenamiento (Gowen, 2006, Jakumar, 2006) lo cual altera su textura y color, parámetros de gran importancia en la industria de los hongos (García W.C.L., 2006; Jolivet S, 1998; Kotwalwale, 2007).

La textura de los hongos, está definida por la disposición del tejido reticulado la cual produce un material blando con una energía paralela a las fibras reticuladas del mismo (Maillard M, C.2007 .et al.) en cuanto al color, el pardeamiento enzimático tiene lugar durante la senescencia o daño en la post cosecha, este ha sido atribuido a la actividad de la Polifenol Oxidasa (1,2-benzenodioloxigen oxido reductasa; EC1.1.10.3.1), (PPO) (Jolivet S., 1998, et.al) y la velocidad de dicho proceso está determinada por la concentración de la enzima, compuestos fenólicos, pH, temperatura, oxígeno disponible y actividad de agua (Cortes M., 2007, .et al.). Para evitar el pardeamiento se utiliza el ácido ascórbico (Vit C) (Jolivet S., 1998, et.al.).

La salazón se ha utilizado desde la antigüedad para la conservación de alimentos, el intercambio entre la sal del exterior y el agua en el interior de la célula induce la deshidratación; modalidades de este tratamiento son la deshidratación en pila de sal y la inmersión en salmuera, el transporte de NaCl se realiza por difusión. El tratamiento osmótico requiere baja consumo de energía; se basa en colocar un alimento en solución para que se realice un intercambio de solutos con la solución a presión atmosférica (Martínez M.Torreggiani, 2004 ,et.al)

Para incrementar el intercambio de materiales y la cinética de transferencia se ha implementado la impregnación a presión reducida o a vacío (IV), esta técnica contribuye a la conservación del color, sabor y aroma del alimento fresco (García W., 2007, et al.). En la impregnación a vacío de los alimentos hay sustitución parcial

de la fase gaseosa, por la solución de impregnación; la incorporación de solutos depende de su porosidad efectiva y las propiedades mecánicas (Martínez M.V., 1995, et.al.). La impregnación a presión atmosférica y a vacío se aplica con el objetivo de modificar la composición del alimento con la remoción parcial de agua y la impregnación de solutos, sin afectar su integridad estructural (Murugesan et al., 1995)

La impregnación, también se emplea como pretratamiento en el secado; cuando se utiliza aire caliente se modifican las propiedades del material, la temperatura causa cambios químicos, físicos y biológicos en el alimento (Cortes, 2007, Martínez, 1995, y Rodríguez, 2001, Toivine et al., 2008), la evaporación de agua concentra los sólidos solubles de la matriz; el secado con microondas minimiza la deformación del alimento y permite una deshidratación homogénea (Sacchetti et al., 2001). Los hongos deshidratados por sistema combinado de aire caliente microondas, proporcionan cualidades satisfactorias para la rehidratación y retención de aromas (Sacchetti et al., 2001; Toivone., 2008).

El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones óptimas para la cosecha del hongo *P. ostreatus*, y la selección de un método de conservación por impregnación en salmuera a presión atmosférica y a vacío

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizaron hongos *P. ostreatus* cultivados en la ciudad Armenia producidos en sustrato de vainas de arveja, la cinética de cosecha se dio en un periodo de cinco (5) días continuos a partir del tercer día de la aparición del primordio, se conservaron en papel parafinado y refrigeraron a 8°C en el Laboratorio de Diseño de Nuevos Productos de la Universidad del Quindío.

Soluciones de impregnación

Se prepararon 3 soluciones, teniendo en cuenta la a_w del hongo ($0,998 \pm 0,001$), en composiciones del 1,5% de concentración; la primera (2:1) con 1% NaCl: 0,5% sacarosa, la otra (1:1) con 0,75% de NaCl y 0,75% sacarosa, la tercera solución (1:2) con 0,5% de NaCl y 1% sacarosa.

Impregnación

Las muestras de hongo se cortaron en geometrías de 1 cm², se pesaron en fresco y se impregnaron en soluciones de salmuera al 1,5% (en las diferentes composiciones) una proporción de 1:10 (gramos de hongos: mL de solución) a presión atmosférica de 863,289 mb y a vacío de 677,277 mb.

Fortificación

La fortificación del hongo fresco con Vitamina C, se definió en un 50% de IDR (30 mg de ácido ascórbico/ 100g de hongo fresco). Se calculó la fracción volumétrica se siguió el protocolo No. P-012, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. La densidad aparente del hongo (ρ_{apm}) será determinado a partir de la relación de la masa de la muestra y el volumen desplazado por la muestra en una probeta, y la densidad de la disolución de impregnación (ρ_{dis}) se determinará por el método del picnómetro, siguiendo el método oficial 945.06 (AOAC, 1990) [26].

Las ecuaciones 1 y 2 permiten calcular la fracción másica para cualquier Componente Fisiológicamente Activo (CFA), (Y^{CFA})

$$Y^{CFA} = \frac{X_{CFA}^{IV} * (\rho_{ap} + X * \rho_{dis})}{X * \rho_{dis}} \quad (1)$$

$$X_{CFA}^{IV} = \frac{\%IDR_{objetivo}}{(100 + 100X \frac{\rho_{dis}}{\rho_{ap}})} \quad (2)$$

Donde:

X es la fracción volumétrica de impregnación (m³_{dis} / m³_{hongo fresco})

X_{CFA}^{IV} (Kg_{CFA}/Kg_{hongo impregnado}) es la fracción másica del CFA en el hongo impregnado

%IDR el porcentaje de Ingesta Diaria Recomendada (IDR)

ρ_{ap} es la densidad aparente (Kg/m³)

ρ_{dis} es la densidad de la disolución (Kg/m³)

La densidad real se determinó según la ecuación 3

$$\rho_r = \frac{1}{\frac{x_w}{1000} + \frac{1-x_w}{\rho_{dis} * 1000}} \quad (3)$$

Donde:

ρ_r es la densidad real

x_w es la humedad expresada como fracción molar

La porosidad se determinó según la ecuación 4.

$$\epsilon = \frac{\rho_r + \rho_{ap}}{\rho_r} \quad (4)$$

Donde:

ρ_r es la densidad real (Kg/m³)

ρ_{ap} es la densidad aparente (Kg/m³)

Caracterización fisicoquímica

Los hongos frescos y procesados se caracterizaron por triplicado, los parámetros analizados fueron: actividad de agua (a_w) empleando un higrómetro de punto de rocío Aqua Lab series 3 TE con 0,001 de sensibilidad y un rango de temperatura de 20 a 25°C; humedad método AOAC 20013 en estufa de vacío a temperatura de 60°C (NAPCO Vacuum oven model 5831 P selecta vacío Tem-T). Humedad (x_w); sólidos solubles con un refractómetro THERMO modelo 334610, siguiendo el método AOAC 932,12 [26].

La acidez titulable por el método volumétrico, expresado como porcentaje de ácido málico. El pH por el método potenciométrico, con un pH metro HANNA N° 212 con electrodo de vidrio. La proteína se determinó según el protocolo del método Kjeldahl, para la determinación de proteínas en hongos (60min a 370°C y 20 min a 420°C) en un equipo velp Scientifica VOK.

La textura se utilizó un texturometro TA.XT. Plus Texture (con un software TEE 32 EXP, con una pinza VOLODKOVICH a una velocidad de penetración de 10mm/s. El color se determinó en un colorímetro CiE Lab Minolta modelo CR-10.

Análisis Estadístico

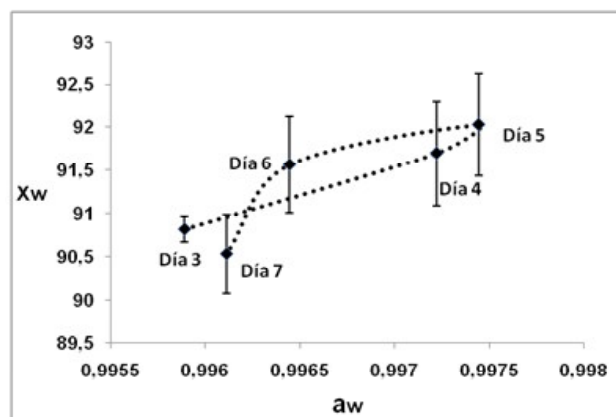
Los datos se analizaron utilizando las mínimas diferencias significativas (LSD), con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$). El análisis de varianza se realizó con el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del hongo fresco

En la figura 1, se observa la relación entre la actividad de agua (a_w) y la humedad (x_w), del hongo *P.ostreatus* durante el periodo de cosecha (días 3, 4, 5, 6 y 7) y la variación del color como DE

a



b

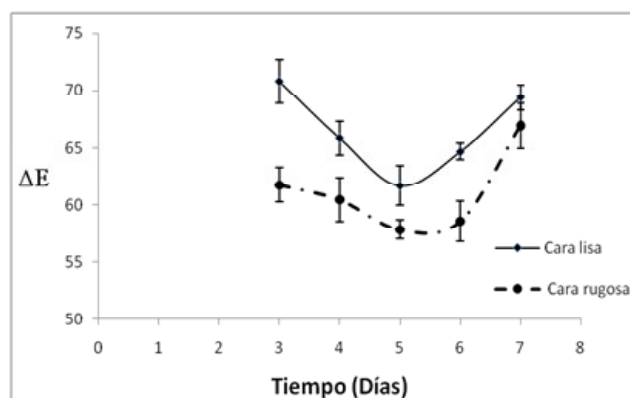


Figura 1. a_w y x_w del hongo *P. ostreatus*, durante el periodo de cosecha en los días 3, 4, 5, 6 y 7 (a) y Variación del color DE (b)

El comportamiento de la a_w y la x_w en los días evaluados para la cosecha del hongo, muestran la incorporación de agua al cuerpo fructífero en el proceso de desarrollo, siendo el 5º día el que presenta mayores valores para estos parámetros $0,998 \pm 0,001$ a_w y $92,027\% \pm 0,591$ x_w , lo que indica la mayor acumulación de humedad, permitiéndole mantener sus características de frescura. La variación del color (DE), está asociado al contenido de humedad siendo menor el valor de DE para el quinto día;

sin embargo hay variación en este parámetro para las dos caras, en la cara rugosa fue $(61,711 \pm 1,156)$ posiblemente debido a la disposición de las lamelas lo cual disminuyen la reflexión de la luz, mientras que la parte lisa presenta menores valores $(57,830 \pm 0,842)$. En el día 7 hay una variación significativa del color para las dos caras del cuerpo fructífero, este fenómeno puede estar asociado al incremento de a^* y b^* ya que se evidencia el pardeamiento propio del daño mecánico, la acción enzimática, microbiana y la senescencia.

Chang and Miller, 1999 y Cardona, 2001), explican la importancia de la humedad en el desarrollo de las setas, tanto en el sustrato como la atmósfera, encontrándose esta entre 80% y 85% en el cuarto de fructificación y de 50% a 75% para el sustrato. Martínez y Wong, 2009), reportó que el pardeamiento en los días 6 y 7 de cosecha está asociado a la senescencia.

En la figura 2, se muestra la relación de los °brix, acidez y pH del hongo *Pleurotus ostreatus* spp., durante el periodo de cosecha (días 3, 4, 5, 6 y 7)

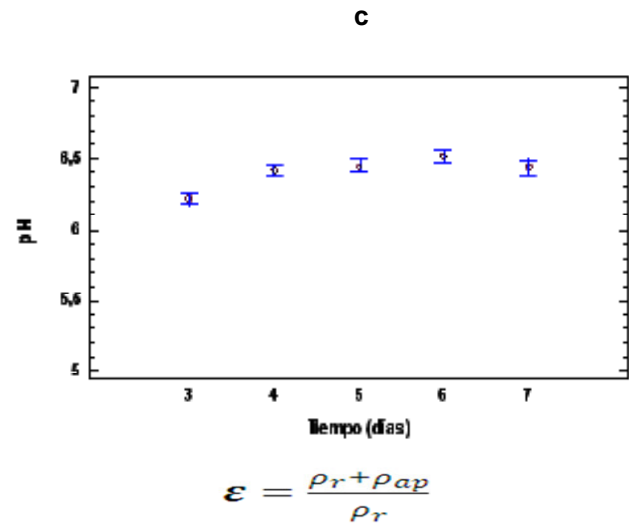
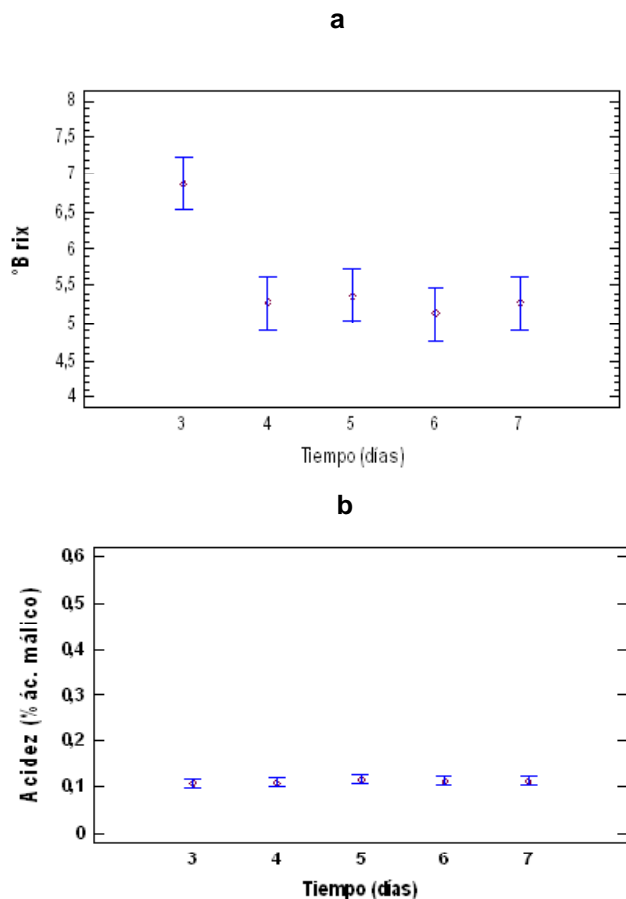


Figura 2. °Brix, acidez y pH del hongo *P. ostreatus*, durante el periodo de cosecha evaluado

Los valores de °brix, acidez y pH presentan diferencias significativas entre el tercer día de la aparición del primordio y los restantes días evaluados; esto explica que posiblemente en el tercer día primordio se encuentra en un estado de desarrollo que permite que a partir de la absorción de agua y otros nutrientes del sustrato, desarrolla completamente el cuerpo fructífero. El análisis fisicoquímico para el día 5, posterior a la aparición del primordio fue: °brix $5,557 \pm 0,251$, acidez $0,1103 \pm 0,014$ y pH $6,231 \pm 0,111$. Valores similares fueron reportados por (Ruiz et al., 2010) en hongos *Pleurotus ostreatus*; (Rodríguez y Gómez, 2001) reporta que el desarrollo del cuerpo fructífero está entre el 3º y 5º días para el mismo hongo.

Relacionando los resultados obtenidos para la actividad de agua y la humedad con los °brix, acidez y pH, se considera que en el día 5º el hongo *P. ostreatus* ha alcanzado la madurez fisiológica, ya que después de este momento se inicia la disminución en el contenido de humedad favoreciendo el pardeamiento y los daños estructurales del cuerpo fructífero.

Textura

En la figura 3, se muestra la relación Fuerza /Día (F/D) para corte del cuerpo fructífero del hongo *Pleurotus ostreatus*, durante el periodo de cosecha (días 3, 4, 5, 6 y 7)

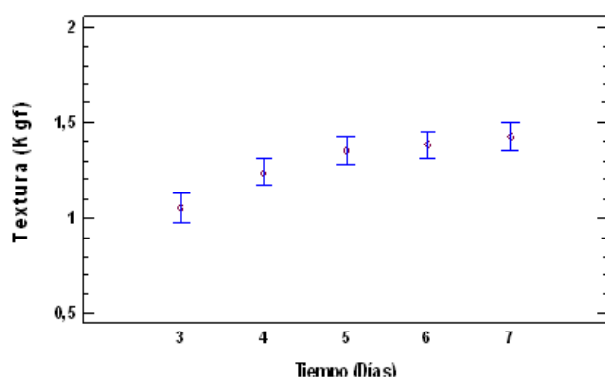


Figura 3. Fuerza/Día, del hongo *P. ostreatus*, durante los el periodo de cosecha evaluado

Los valores de la relación Fuerza/Día para el cuerpo fructífero en los diferentes tiempos de muestreo, evidencian el incremento de la fuerza en el corte, esto se debe posiblemente al endurecimiento de la estructura por la deshidratación del tejido, la cual se observa en la disminución de la x_w y la a_w . La relación Fuerza /Día presentó diferencias significativas entre el día 3º y el 7º, corroborando lo reportado por (Rodríguez y Gómez, 2001) en cuanto al proceso de desarrollo del cuerpo fructífero de estos hongos.

Tratamientos de impregnación

En la figura.4, se presentan los parámetros de a_w y x_w evaluados en las diferentes formulaciones realizadas para las soluciones al 1,5% de NaCl-Sac, relación 2:1 (1); 1:1 (2); 1:2 (3), impregnado a presión atmosférica (IPA), e impregnado al vacío (IV) en el 5 día de aparición del primordio del hongo *Pleurotus ostreatus* en comparación con la muestra sin impregnar.

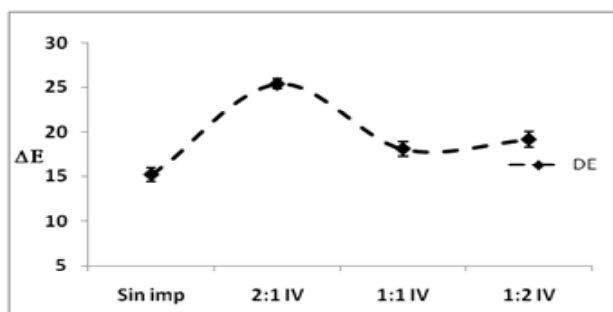
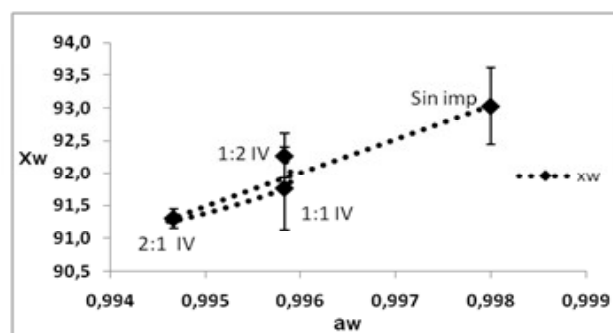
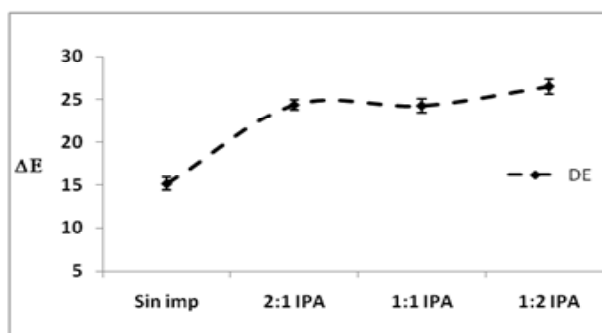
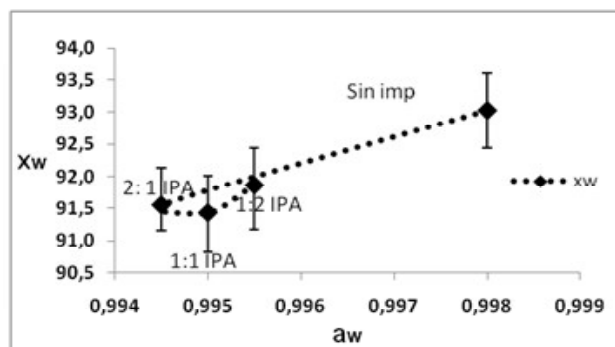


Figura 4. Evaluación de a_w , x_w y color (ΔE) en las diferentes formulaciones para solución 1,5% NaCl-Sacrosa

Los mínimos valores en el contenido de agua expresada como a_w y x_w se en los diferentes tratamientos, fue $91,760 \pm 0,643 x_w$ y $0,995 \pm 0,001 a_w$ en la solución 1:1 IPA y $91,302 \pm 0,145 x_w$ y $0,995 \pm 0,001 a_w$ en la solución 2:1 IV. En la IV, los valores mínimos para la x_w se presentan cuando la concentración de NaCl es mayor; la concentración de electrolitos afecta directamente la x_w , mientras que la a_w no varía. Al relacionar las gráficas x_w - a_w con las gráficas de ΔE , en la IPA no hay variación del color al modificar las formulaciones de la solución, mientras que en la IV la variación del color se incrementa

cuando la concentración de NaCl es mayor. Valores similares fueron reportados por (Ruiz et al., 2010), en proceso de impregnación de hongos *Pleurotus ostreatus*. La formulación 2:1 modifica sensiblemente el color, siendo este un factor negativo, es posible modificar este aspecto con la adición de un antipardeante como el ácido ascórbico (vitamina C); la formulación 1:1 presenta una respuesta próxima a la del hongo sin impregnar.

En la figura 5, se relaciona el pH y la acidez evaluados en las diferentes formulaciones realizadas para las soluciones al 1,5% NaCl:Sac, relación 2:1 (1); 1:1 (2); 1:2 (3), impregnado a presión atmosférica (IPA), e impregnado al vacío (IV) en el 5 día de aparición del primordio del hongo *P. ostreatus*, en comparación con la muestra sin impregnar.

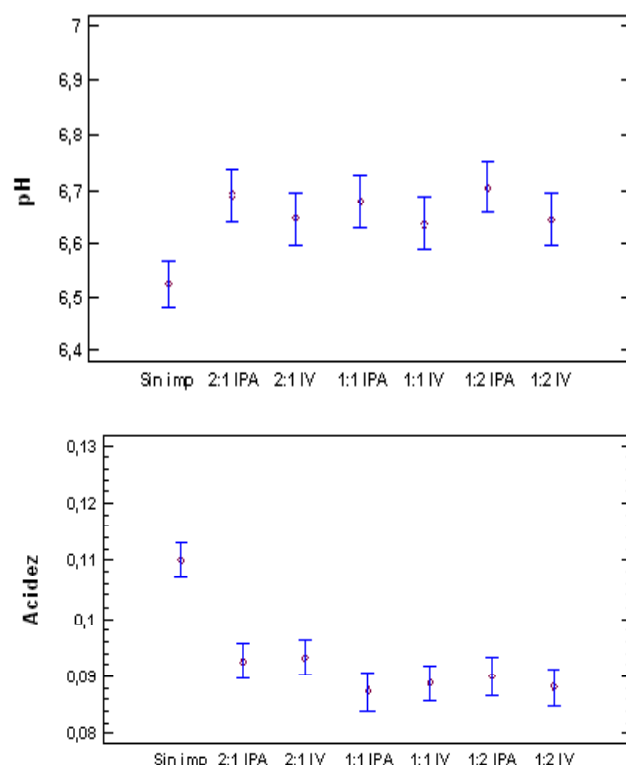


Figura 5. Evaluación del pH y acidez en las diferentes formulaciones para solución 1,5% NaCl-Sacarosa

El pH y la acidez se modificaron significativamente en relación al hongo sin impregnar, por la retención de solución de impregnación en la estructura del hongo, intercambiando material con esta, disminuyendo la concentración de los compuestos que determinan la acidez

en el interior de las células.

En la figura 6, se presenta la tendencia del °brix y % Cloruros al impregnar los hongos, en las soluciones en las formulaciones para solución 1,5% NaCl:Sac, relación 2:1 (1); 1:1 (2); 1:2 (3), impregnado a presión atmosférica (IPA), e impregnado al vacío (IV) en el 5 día de aparición del primordio del hongo *Pleurotus ostreatus*, en comparación con la muestra sin impregnar.

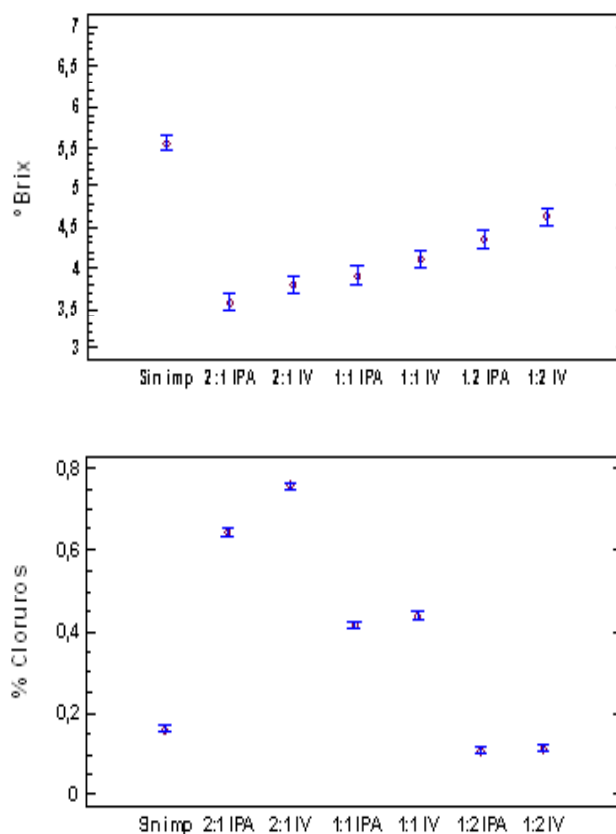


Figura 6. Evaluación de los °brix y % de cloruros en las diferentes formulaciones para solución 1,5% NaCl-Sacarosa

El comportamiento de los °brix, Fig. 6-a muestran una disminución significativa respecto al hongo sin impregnar, posiblemente debido a la solubilización de algunos componentes a causa de la retención de solución por el hongo, sin embargo hay un incremento al aumentar la concentración de sacarosa en la formulación de la salmuera, por lo que se avaluó en forma independiente la concentración de cloruros, la Fig. 6-b muestra el incremento en la salinidad, proporcionalmente a la concentración de NaCl en la salmuera; El sistema se modificó por

la aplicación de vacío. Posiblemente porque la impregnación a vacío (IV) incrementa la transferencia de masa, ganancia de solutos [8,18, 20].

En la figura 7, se compara la textura para las diferentes formulaciones realizadas para las soluciones al 1,5% NaCl:Sac, relación 2:1 (1); 1:1 (2); 1:2 (3), impregnado a presión atmosférica (IPA), e impregnado al vacío (IV) en el 5 día de aparición del primordio del hongo *Pleurotus ostreatus* en comparación con la muestra sin impregnar.

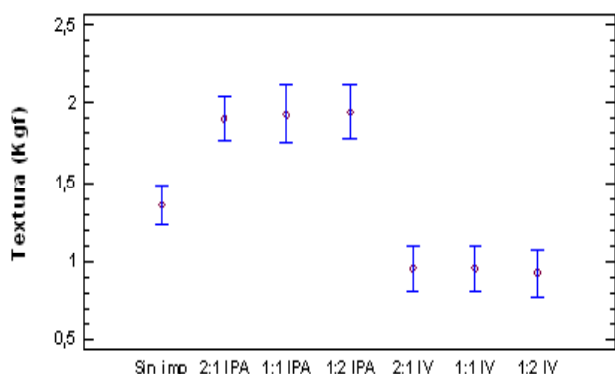


Figura 7. Evaluación de la textura en las diferentes formulaciones para solución 1,5% NaCl-Sacarosa

La textura se afecta por acción del tratamiento de impregnación y no por la composición de la solución, la IPA incrementa la textura, posiblemente por la cantidad de solución atrapada en las lamelas, la cual actúa como un muelle, mientras que en la IV, los cambios de presión pueden fracturar la estructura, debido a la composición de la pared celular (polisacáridos-quitina), disminuyendo la fuerza de corte, aspecto que favorece la condiciones del alimento.

En la pared celular fungal, se ha encontrado glucosa usualmente en forma de glucanes, celulosa b(1-4), a(1-4) y glicógeno a (1-6), glucan de levadura b(1-3) y b (1-6) constituye entre 80 y 90% de la materia de la pared celular de muchas especies, y la glucosamina (en quitina), entre 1 y 58% (por lo general 5-20%) [1].

Teniendo en cuenta la respuesta al proceso de impregnación a presión atmosférica y a vacío, la solución que se seleccionó con el propósito de conservar el sabor sal asociado a los hongos comestibles fueron las formulaciones 1:1 y la 2:1 (1% NaCl: 0,5% Sacarosa) está con adición de ácido ascórbico (Vitamina C).

4. CONCLUSIONES

- El hongo *P. ostreatus*, cosechado al quinto día de aparición del primordio presenta características fisicoquímicas como $0,998 \pm 0,001$ actividad de agua (a_w), $93,027\% \pm 1,156$ humedad (x_w), $5,557 \pm 0,251$ °brix, $0,1103\% \pm 0,014$ acidez, $6,231 \pm 0,111$ pH, $21,26\% \pm 0,85$ porcentaje de proteína en base seca (bs), color DE $61,711 \pm 1,56$ y $57,830 \pm 0,842$, en la cara lisa y la cara rugosa respectivamente, textura $1,35 \pm 0,27$ Kgf, que determinan el tiempo de cosecha.
- La mayor eficiencia para la incorporación de solutos, efectos positivos en la textura de estructuras porosas como el hongo *P. ostreatus* es el proceso de impregnación asistido con vacío
- Las formulaciones de salmuera al 1,5% NaCl:Sacarosa, seleccionadas para el proceso de conservación del hongo *Pleurotus ostreatus* fueron 1:1 por su efecto en el color y 2:1 por el contenido de NaCl, la cual debe ser enriquecida con ácido ascórbico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA

- A.O.A.C. (1990). "Official methods of Analysis". Association of official Analytical Chemists. Washington D.C; USA
- Cardona L.F. (2001) Anotaciones acerca de la bromatología y cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Cronica Forestal y medio ambiente. No. 1
- Chang S.T.; Miles P.G. (1999) Biología de las setas. World Scientific. Agora Editores Ltda. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 1ª Edición en Español. Pág. 20, 22, 48 y 66.
- Colak A.; Sahin E.; Yildirim M.; Sesli E. (2007) Polyphenol oxidase potentials of three wild mushroom species harvested from Liser High Plateau, Trabzon. Food Chemistry. vol. 103 1426–1433
- Colak A.; Sahin E.; Yildirim M.; Sesli E. (2007) Polyphenol oxidase potentials of three wild mushroom species harvested from Liser High Plateau, Trabzon. Food Chemistry. vol. 103 1426–

- 1433
- Cortés M.; García A.; Suarez H. (2007) Fortificación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) con Calcio, Selenio y vitamina C. *Vitae*. vol 14:1 16-24
- Deumier F.; Trystram G.; Collignam A.; Güedider L.; Bohuon Ph. (2003). Pulsed vacuum brining of poultry meat: interpretation of mass transfer mechanisms. *Journal of Food Engineering*. Vol. 58-93
- García W. C. L.; Giraldo G. G. A.1.; Hernando URTADO T. H. y MENDIVIL C.O. (2006) Cinética Enzimática de la Polifenol Oxidasa del banano Gros michel en diferentes estados de maduración. *VITAE*, Volumen 13 número 2 13-19
- Giri S.K.; Prasad S. (2007) Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms. *Journal of Food Engineering* Vol 78 512-521
- Gowen A.; Abu-Ghannam N.; Frias J.; Oliveira J. (2006). Optimisation of dehydration proprieties of cooked chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing microwave-hot air combination drying. *Food Science & Technology* Vol. 17 177-183
- Jayakumar E.; Ramesh E.; Geraldine P. (2006). Antioxidant activity of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on CCl₄-induced liver injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 44 1989-1996
- Jolivet S.; Arpin N.; Wichers H.; Pellon G. (1998) *Agaricus bisporus* browning: a review. *Mycol. Res.* Vol. 102 (12) : 1459±1483.
- Kotwalwale N.; Bakane P.; Verma A. (2007) Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering* Vol.78 1207-1211
- Lewick, P. P. (2006) Design of hot air drying for better foods. A review. *Trends in Food Science & Technology* . Vol 17 153-163.
- Martinez M. V.; Whitaker J. R. (1995) The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Tecnology*. Vol. 6 195-200.
- Martinez M. V.; Whitaker J. R. (1995) The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Tecnology*. Vol. 6 195-200
- Martinez N.N.. M. Ana; Grau A.Chiralt B. A.; Fito M. P. *Termodinámica y Cinética de Sistemas Alimentario Entorno*. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial U.P.V. Edita 495 public@upvnet.upv.es. 1998. Págs: 319-320
- Murugesan A.G.; Vijayalakshmi G. S.; Sukumaran N.; Mariappan C. (1995). Utilization of Water Hyacinth for Oyster Mushroom Cultivation. *Bioresource Technology*. Vol 51 97 – 98
- Piltz D.; Molina R. (2002) Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management* Vol. 155 3 – 16
- Rodríguez, N.; Gómez, F. A. (2001) Producción de hongos comestibles. *CENICAFE, Avances técnicos* 285.
- Ruiz M.; Cortés M.; Henríquez L. (2010) Efecto de dos atmósferas de empaque en hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus* spp.) Tratados mediante una solución conservante. *Vitae* Vol 17 11- 19
- Sacchetti G.; Gianotti A.; Rosa M. D. (2001) Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on Apple osmotic treatments. *Journal of Food Engineering*. Vol 49 163-173
- Toivone P.; Brumell D. (2008) Review. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* Vol. 48 1-14
- Torreggiani D.; Bertolo G. (2001). Osmotic pretreatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. *Journal of food Engineering*. Vol 49 247-253
- Walde S. G.; Velu V.; Jyothirmayi T.; Math R.G. (2006). Effects of pretreatme and drying methods on dehydration of mushroom. *Journal of Food Engineering* Vol. 74 108-115
- Wong J. Y; Chye F. Y. (2009) Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol.22 (269-277).
- Zhao Y.; Xieb J. (2004) Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 15 434-451

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.